

⑫ 公開特許公報 (A)

平3-252163

⑤Int.Cl.⁵H 01 L 27/148
21/339
29/796

H 04 N 5/335

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成3年(1991)11月11日

F

8838-5C
8122-5F
8122-5FH 01 L 27/14
29/763 0 1 B
J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑥発明の名称 CCD撮像装置

⑦特 願 平2-49952

⑧出 願 平2(1990)2月28日

⑨発明者 広瀬 諭 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑩出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑪代理人 弁理士 早瀬憲一

明細書

1. 発明の名称

CCD撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に、複数の光電変換部と、前記光電変換部から信号電荷を読み出し転送する走査用電荷転送素子とが集積されたCCD撮像装置において、

CCDの電荷転送最終段に、電荷増倍機能を有するCCDを接続してなることを特徴とするCCD撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、CCD撮像装置に関し、特にその新規な回路構成に関するものである。

(従来の技術)

第3図は例えば文献「固体撮像デバイス」(木内雄二他監修 テレビジョン学会編、昭晃堂) p. 93に示された従来のCCD撮像装置の一例を示しており、同図はインターライン転送型撮像デバイ

スの代表的な平面構造を示すものである。

図において、30は水平CCD、31は垂直CCD、32は転送ゲート、33は転送パルス入力端子、34はチャネルトップ領域、35は出力ゲート、36はフローティング拡散領域、37はリセット用ドレイン、38はリセット用ゲートである。又、39は映像検出用トランジスタである。なおフォトダイオードは40で示されている。

次に動作について説明する。

第3図において、入射光信号はフォトダイオード40で電荷として蓄積され、端子33より入力された転送パルスによって転送ゲート32がハイレベルとなり、電荷が一齊に垂直CCD31に移動する。垂直CCD31に移された信号電荷は4相CCDクロック($\phi_{v1}, \phi_{v2}, \phi_{v3}, \phi_{v4}$)によって水平CCD30に転送される。垂直CCD内で一段転送した後、信号は水平CCDによって読み出され、再び垂直CCD内で一段転送され、以後、この動作が繰り返される。

信号電荷はリセットレベルにあるフローティン

グ拡散領域3-6の電位を変化させ、その変化分が映像検出用トランジスタ3-9の入力となり、信号検出が行われる。

[発明が解決しようとする課題]

従来のCCD撮像装置は以上のように構成されており、入射光がシリコン基板で吸収されて発生した電荷を一定時間蓄積して得られた信号電荷をそのまま読出していた。このため、微小光の入力に対する信号電荷の量が少なく、信号検出部等で発生するノイズに対してS/N比が大きくとれない等の問題点があった。

この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、信号電荷量を増倍して検出することのできるCCD撮像装置を得ることを目的とする。

[課題を解決するための手段]

この発明に係るCCD撮像装置は、通常のCCD撮像装置の出力部に、電荷倍増機能を有するCCDを接続し、信号電荷を増倍して出力するようにしたものである。

なり、電荷がCCD-1に移動する。信号電荷はCCD-A-1中を電荷転送され、CCD-B-2に移される。信号電荷は電荷倍増作用を有するCCD-B中を転送される間に増倍されてゆき、増倍された電荷が電荷検出回路3で検出される。

次にCCD-A、CCD-Bの違いについて説明する。CCD-B中の電荷倍増は後述するように電荷にかかる高電界によって起きる。従って、電界倍増効果を起こすCCD-Bにおいてはクロック電圧は高く設定する必要がある。従ってCCD-Bにおいては電荷転送のためのクロックレベルが高いという特徴がある。

CCD-A中では電荷倍増を起こしてはならない。なぜならば各画素の信号に対する倍増CCDの段数を等しくする必要があるからである。CCD-Aに電荷倍増作用があるとすると、信号電荷が高電界を受ける回数が画素毎に異なってしまう。

CCD中のアバランシェ倍増については文献1により過去、理論的に予測されている。

文献1：ケー、ヘス、シー、ティー、サー著、

[作用]

この発明における電荷倍増機能を有するCCDは、電荷転送時に電荷にかけられる電界によって電荷がアバランシェ倍増される。このため信号電荷は上記CCDを通過することによって倍増される。

[実施例]

以下、この発明の実施例を図について説明する。第1図は本発明の一実施例によるCCD撮像装置を示し、これは通常のリニアイメージセンサに電荷倍増用CCDを接続したものである。

第1図において、1はCCD-Aで、倍増作用は持たないものである。また、2は電荷倍増作用を有するCCD-B、3は電荷検出回路である。また3-2は転送ゲート、3-3は転送パルス入力端子、4-0はフォトダイオードである。

次に実施例の動作について説明する。第1図において、入射光信号はフォトダイオード4-0で電荷として蓄積され、端子3-3より入力された転送パルスによって転送ゲート3-2がハイーレベルと

「アイイーイーイー トランザクション エレクトロン デバイス イーディー-25」(K. Hess, C. T. Sah, IEEE Transaction Electron Device ED-25, P.1399, 1987)

また、実験上も確認されている。以下文献を示す。

文献2：エス、ケー、マダンら著、「アイイーイーイー トランザクション エレクトロン デバイス イーディー-30」(S. K. Madan et al., IEEE Transaction Electron Device ED-30, P.p694, 1983)

文献3：ジェイ、ダブリュー、スロットブーンら著、「コンファレンス オン ソリッドステート デバイス アンド マテリアルズ トーキョー」(J. W. Slotboom, et al., Conf. Solid St. Dev. and Mat. Tokyo, p315, 1986)

第2図にシリコン結晶中の電子のイオン化率の電界依存性を示す。この図は文献4より転載したものである。

文献4：ジェイ、ダブリュー、スロットブーンら著、「インターナショナル エレクトロン デ

バイス ミーティング アイイーディーエム 87」
(J. W. Slotboom, et al., International Electron Device Meeting IEDM87 p.494 1987)

第2図は従来の実験結果をまとめたものであり、図中のsurfaceはシリコン表面近傍での値であり、S CCD(表面チャネルCCD)で測定したものである。又、Bulkはシリコン深部での値であり、B CCD(埋込みチャネルCCD)で測定したものである。

第2図において、例えばイオン化率100(cm⁻¹)以上を得るにはシリコン表面において電界が 1.9×10^5 (V/cm)以上が必要である。隣り合ったゲート間で表面ポテンシャルの差が10Vのとき、上記の電界を得るにはゲート間の距離dが $10 / 1.9 \times 10^5 = 0.53 \mu\text{m}$ 以下である必要がある。d=0.53μmの時、1段当たりの増倍係数Mは、

$$\begin{aligned} M &= e \times p \quad (100 \times 0.53 \times 10^{-4}) \\ &= 1.0053 \end{aligned}$$

となる。

れる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例によるCCD撮像装置を示す図、第2図は従来の実験結果を示す図、第3図は従来のCCD撮像装置を示す図、第4図は4相駆動CCDにおける電荷転送のようすを示す図、第5図および第6図は本発明の他の実施例を示す図である。

図において、1はCCD-A、2はCCD-B、3は電荷検出回路、30は水平CCD、31は垂直CCD、32は転送ゲート、33は転送パルス入力端子、34はチャネルストップ、35は出力ゲート、36はフローティング拡散領域、37はリセット用ドレイン、38はリセット用ゲート、39は映像検出用トランジスタ、40はフォトダイオードである。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早瀬憲一

従って、N段に対してはM^N倍に増倍され、N=500段のときM^Nは、

$$M^N = 13.9$$

となり信号電荷は約14倍に増倍される。

第4図に4相駆動CCDにおける電荷転送の様子を示す。

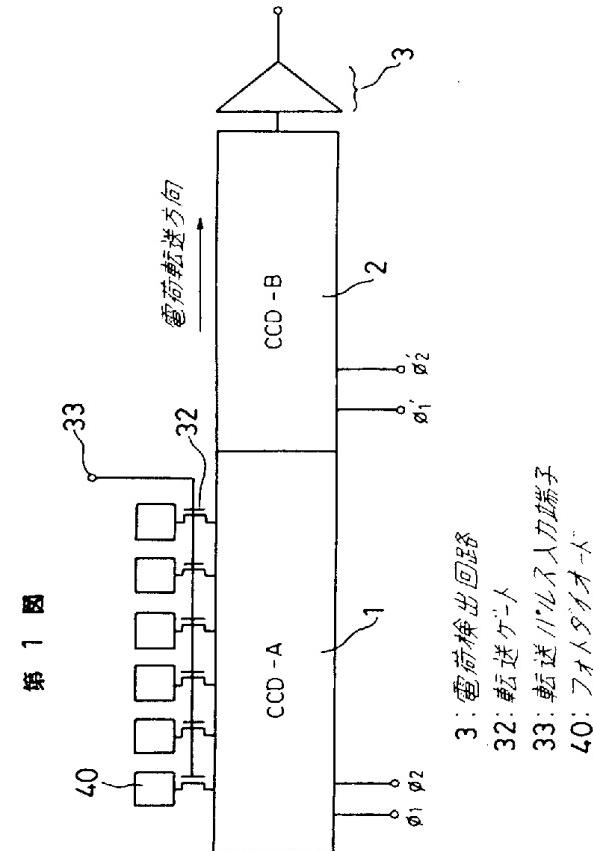
図中で、41は信号電荷、42は高電界領域である。信号電荷41は高電界領域42を通過することによって電荷増倍される。

なお、上記実施例では、増巾用CCDをフォトダイオードからの電荷を読出すCCDの転送方向に配置したが、シリコンチップの長さの制限によつては第5図に示したような配置も可能である。

また、上記実施例ではリニアセンサへの適用例を示したが、エリアセンサへの適用も可能であり、この時は第6図に示したような配置となる。

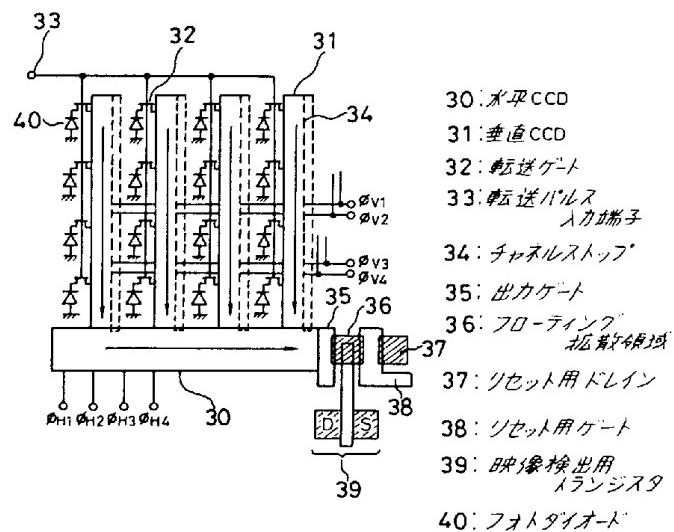
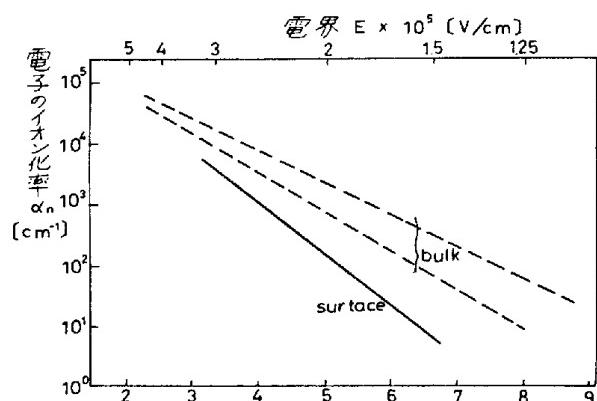
(発明の効果)

以上のように、この発明によれば、CCD撮像装置において信号電荷を増倍する機構を設けたため、S/Nの高い高感度のCCD撮像装置が得ら

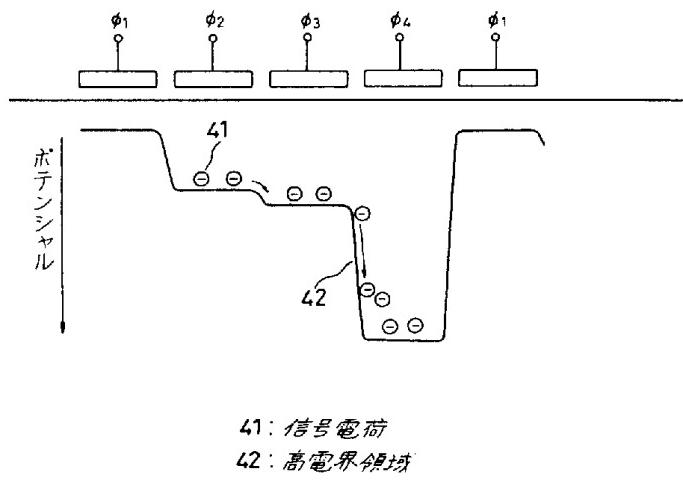


第3図

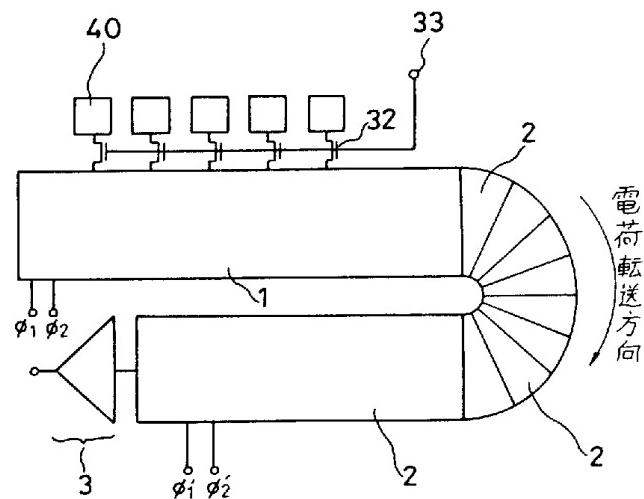
第2図



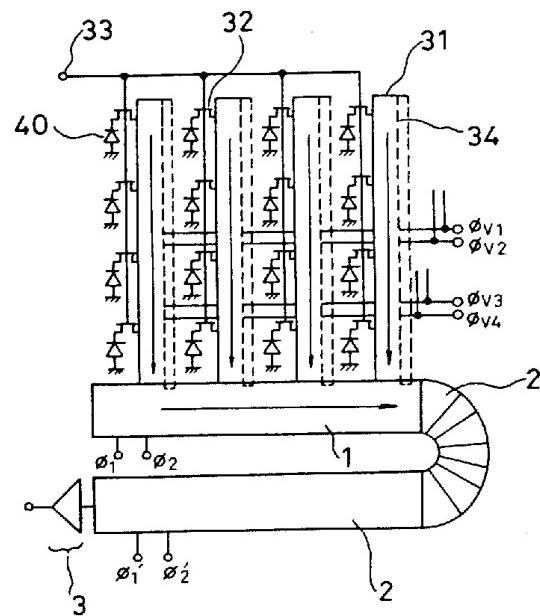
第4図



第5図



第 6 図



PAT-NO: JP403252163A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03252163 A
TITLE: CCD IMAGE SENSOR
PUBN-DATE: November 11, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HIROSE, SATOSHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP02049952

APPL-DATE: February 28, 1990

INT-CL (IPC): H01L027/148 , H01L021/339 , H01L029/796 ,
H04N005/335

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a high-sensitivity CCD image sensor with a high S/N by providing an output stage that includes a CCD with a multiplier function.

CONSTITUTION: Incident light is introduced to photodiodes 40 to store charge. Transfer gates 32 are controlled by a transfer pulse from a terminal 33 to transfer the stored charge to a CCDA. The signal charge in the CCDA is transferred to a CCD-B having a multiplier function. The charge is multiplied in the CCD-B and

detected by a charge detector 3.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio